

Академик Н. К. Надировтың 90 жылдығына және  
академик М. Ө. Өтелбаевтың 80 жасқа толу мерейтойына арналған  
«Ғылым, техника және білім берудегі есептеу және ақпараттық  
технологиялар» (CITech-2022)  
Халықаралық конференциясының

# **БАЯНДАМА ТЕЗИСТЕРІ**

(12-15 қазан 2022 жыл)



# **ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

Международной конференции,  
«Вычислительные и информационные технологии в науке, технике  
и образовании» (CITech-2022), посвященной  
90-летию со дня рождения академика Н. К. Надирова и  
80-летнему юбилею академика М. О. Отелбаева  
(12-15 октября 2022 года)



# **ABSTRACT BOOK**

of the International Conference  
«Computational and Information Technologies in Science,  
Engineering and Education» (CITech-2022)  
dedicated to the 90th anniversary of Academician N. K. Nadirov,  
to the 80th anniversary of Academician M. O. Otelbaev  
(October 12-15, 2022)

Академик Н. К. Надировтың 90 жылдығына және  
академик М. Ө. Өтелбаевтың 80 жасқа толу мерейтойына  
арналған

«Ғылым, техника және білім берудегі есептеу және ақпараттық  
технологиялар» (CITech-2022)  
Халықаралық конференциясының

# **БАЯНДАМА ТЕЗИСТЕРІ**

(12-15 қазан 2022 жыл)



# **ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

Международной конференции,  
«Вычислительные и информационные технологии в науке,  
технике и образовании» (CITech-2022), посвященной  
90-летию со дня рождения академика Н. К. Надирова и  
80-летнему юбилею академика М. О. Отелбаева  
(12-15 октября 2022 года)



# **ABSTRACT BOOK**

of the International Conference  
«Computational and Information Technologies in Science,  
Engineering and Education» (CITech-2022)  
dedicated to the 90th anniversary of Academician N. K. Nadirov,  
to the 80th anniversary of Academician M. O. Otelbaev  
(October 12-15, 2022)

**Ғылым, техника және білім берудегі есептеу және ақпараттық технологиялар:**  
Халықаралық конференцияның баяндама тезистері, 12-15 қазан 2022 ж., 144 б. =  
**Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании:**  
Тезисы докладов Международной конференции, 12-15 октября 2022 г., 144 с. =  
**Computational and Information Technologies in Science, Engineering and Education:**  
Abstract book of the International Conference, October 12-15, 2022, 144 p.



Конференцияның мақсаты - тәжірибе алмасу, ғылымның, техника мен білімнің әр түрлі салаларында есептеу және ақпараттық технологияларды қолдану саласындағы жетекші мамандардың мәселелерін талқылау, іргелі және қолданбалы математикалық зерттеулердің жаңа нәтижелерімен танысу, сондай-ақ халықаралық ғылыми және техникалық ынтымақтастықты кеңейту.

"Computational and Information Technologies in Science, Engineering and Education" (CITech) халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы бай дәстүрлерге ие және 2002 жылдан бері тұрақты түрде өткізіледі.

Конференция ресейлік және қазақ ғалымдары арасында тығыз ынтымақтастықта ұйымдастырылды және жалпы талқылау саласы - есептеу технологиялары саласындағы ең озық жетістіктер болды. Конференция географиясы кейінірек кеңейіп, енді оған Еуропа, АҚШ, Жапония, Үндістан және Түркия елдерінің жетекші ғалымдары қатысады.

Конференцияның мақсаты - қатысушылар арасында жаңа білім мен ғылыми жетістіктерді тарату болып табылады. Бұл конференцияның ерекшелігі жас ғалымдарды екі елдің жетекші ғылыми қызметкерлерімен өзара іс-қимыл арқылы ғылыми жетістіктерін бағалауға тарту болып табылады. CITech-ке қатысу қазіргі уақытта осы салада маңызды зерттеулер жүргізіп жатқан жас ғалымдардың қауымдастығын қалыптастыруға көмектеседі.

CITech конференциясы Алматыда (2002, 2004, 2008, 2015, 2020, 2022), Павлодарда (2006) және Өскеменде (2003, 2013, 2018) өткізілді. CITech конференциясын ұйымдастыру және өткізу үшін тұрақты дәстүрлерді қалыптастыруда Новосібір ғылыми мектебінің профессоры Ш. С. Смағұлов, Н. Т. Данаев, Ю. И. Шокин, В. Н. Монахов, Б. Т. Жұмағұлов, Н. М. Темірбеков және т. б. ғалымдардың жеке достық қарым-қатынасы маңызды рөл атқарады.

CITech-2022 конференциясы келесі негізгі бағыттар бойынша жұмыс атқарды:

- Есептеу ғылымдары және жоғары өнімді есептеу;
- Салалар бойынша ақпараттық және коммуникациялық технологиялар;
- Функциялар теориясы және функционалдық талдау;
- Дифференциалдық теңдеулер және басқару теориясы;
- Алгебра, Математикалық логика және геометрия;
- Актуарлық математика және статистика;
- Теориялық және қолданбалы механика;
- Ғарыштық технологиялар және робототехникалық жүйелер;
- Білім берудегі жаңа ақпараттық технологиялар.

**Мазмұны**  
**Содержание**  
**Table of contents**

<b>СЕКЦИЯ 1. Есептеу ғылымдары және жоғары өнімді есептеу</b>	
<b>СЕКЦИЯ 1. Вычислительные науки и высокопроизводительные вычисления</b>	
<b>SESSION 1. Computational sciences and high-performance computing</b>	<b>7</b>
<b>Alimbekova N., Baigereyev D.</b> Modified variable-order fractional differential filtration model	8
<b>Ashirova G. A., Beketayeva A. O., Naimanova A. Zh.</b> Compressibility and non-equilibrium modification for $k - \omega$ turbulence model	9
<b>Baigereyev D. R., Alimbekova N. B.</b> Theoretical estimation of parallel algorithms for problems of multiphase flow in porous media	10
<b>Baigereyev D. R., Berdyshev A. S., Boranbek K.</b> Generalized fractional stochastic model of fluid flow in complex media	11
<b>Baishemirov Z. D., Baigereyev D. R., Abdiramanov Z. A., Madiyarov M. N.</b> Computing service architecture for simulation of stochastic flow processes in complex porous media	12
<b>Buribaev B., Bedelbaev A. A., Shorbassov Y. N.</b> Development of a classifier using text classification methods	13
<b>Kabanikhin S. I., Bektemessov M. A., Krivorotko O. I., Bektemessov Zh. M.</b> Mathematical model for medium term COVID-19 forecasts in Kazakhstan	14
<b>Kasenov S., Askerbekova J., Temirbekov A.</b> Numerical modeling of the boundary inverse problem for the equation of acoustics	15
<b>Meldebekova S. K., Bakanov G. B.</b> Stability estimation of a finite-difference problem solution for a mixed type equation	16
<b>Temirbekov A., Temirbekova L., Kasenov S.</b> Numerical implementation of the fictitious domain method for an elliptic type equation	17
<b>Temirbekov N. M., Tamabay D. O., Arystanbek N. D., Zhumagulov B. T.</b> Approximate solution of the nonlinear Fredholm equation of the second kind by the galerkin method with bases in the form of multiwavelets	18
<b>Temirbekov N. M., Kabanikhin S. I., Temirbekova L. N., Demeubayeva Zh. E.</b> Discrete analogue of the multidimensional Gelfand-Levitan-Krein-Marchenko method and application in geophysical problems	19
<b>Tleukhanova N. T., Musabayeva G. K., Manarbek M.</b> On the Fourier transform of functions from a Lorentz space $L_{\vec{z}, \vec{r}}$ with a mixed metric	20
<b>Zhakebayev D. B., Zhumali A. S.</b> Simulation of four-component mixtures separation by phase field and lb methods	21
<b>Zhussupova D., Burgumbayeva S.</b> Mathematical and computer modeling of the process of natural gas transportation through pipeline networks to minimize fuel costs	22
<b>Асубай А.О.</b> Нумерации вычисляемых семейств	23
<b>Темирбеков Н. М., Канагатов Е. Е.</b> Построение неструктурированной сетки методом триангуляции (метод продвигаемого фронта)	24
<b>СЕКЦИЯ 2. Салалар бойынша ақпараттық және коммуникациялық технологиялар</b>	
<b>СЕКЦИЯ 2. Информационные и коммуникационные технологии по отраслям</b>	
<b>SESSION 2. Information and communication technologies by industry</b>	<b>25</b>
<b>Akimtay S. K., Gollmann D.</b> Development of an algorithm for graphical visualization of user relationships based on specified parameters	26
<b>Alimzhanov M. D.</b> Dynamic properties of vibration machine drives	27
<b>Azamatova D. T., Gollmann D.</b> Using machine learning to identify a fake account	28
<b>Bazargaliyeva D., Spankulova L.</b> The role and influence of archival data in the life of the scientific community. ways to expand access to digital archives	29

<b>Bazarkulova I., Omarov B.</b> Building a model for detecting pneumonia using deep learning	30
<b>Bazarkulova I. E., Temirgazyeva Sh., Omarov B. S.</b> Deep learning techniques for image segmentation: a systematic analysis	31
<b>Bazarkulova I. E., Temirgazyeva Sh., Omarov B. S.</b> Overview of deep neural network training methods	32
<b>Dogalakov D., Baigunchekov Zh. Zh., Zhumasheva Zh. T.</b> Integrated development of an automated trade system on the example of a domestic vending machine for selling flowers – a floromat	33
<b>Karmenova M., Tlebalidina A., Zhantassova Z., Kabdrakhmanova Z., Madiyarov M.</b> Using the photogrammetric processing technology in the issues of 3d models of urban objects building	34
<b>Kerimkhulle S.</b> The agriculture industry of Kazakhstan statistics: input-output analysis	36
<b>Khajiyeva L., Efendiyev S., Gabayev S.</b> Quasi-analytical solution of dynamic problems by the partial discretization method	37
<b>Khajiyeva L., Sabirova R., Gaisin A.</b> Technogenic seismicity of the surrounding medium and its modeling in drilling problems	38
<b>Sagatova A., Alimzhanova L., Sarbasova A.</b> Optimal choice of IT infrastructure for effective internal communication in the company	39
<b>Sagatova A., Sarbasova A.</b> The problem of internal digital infrastructure in the company	40
<b>Zhaksybayeva A., Baymuldina N.</b> Project management in the field of biotechnology	41
<b>Байжуманов А. Н., Баймулдина Н. С.</b> Использование автономной навигационной системы GPS и компьютерное зрение для современного дорожного движения	42
<b>СЕКЦИЯ 3. Функциялар теориясы және функционалдык талдау</b>	
<b>СЕКЦИЯ 3. Теория функций и функциональный анализ</b>	
<b>SESSION 3. Function theory and functional analysis</b>	<b>43</b>
<b>Akhazhanov T.B., Matin D.T.</b> Direct and inverse approximation theorems for a function of two variables by polynomials in the walsh system in space $BVC_p[0,1]^2$ $1 < p < \infty$	44
<b>Vaimurzayeva A., Kussainova L.</b> On bounded differential operators in weighted spaces of positive smoothness	45
<b>Koshkarova B., Kussainova L.</b> On estimates of s-numbers of one singular sectorial differential operator	46
<b>Буренков М. И., Калидолдай А. Х., Нурсултанов Е. Д.</b> Интерполяция нелинейных операторов	47
<b>Садыбеков М. А., Иманбаев Н. С.</b> О системе корневых векторов возмущенного регулярного дифференциального оператора второго порядка, не обладающего свойством базисности	48
<b>СЕКЦИЯ 4. Дифференциалдык тендеулер және басқару теориясы</b>	
<b>СЕКЦИЯ 4. Дифференциальные уравнения и теория управления</b>	
<b>SESSION 4. Differential equations and control theory</b>	<b>50</b>
<b>Akischev G.</b> Estimates for trigonometric widths of the Nikol'skii--Besov class in the anisotropic Lorentz--Zygmund space	51
<b>Antontsev S. N., Aitzhanov S. E., Zhanuzakova D. T.</b> An initial boundary value problem for a pseudoparabolic equation with a nonlinear boundary condition	52
<b>Bekmaganbetov K. A., Chechkin G. A., Tolemis A. A.</b> Homogenization of attractors for Ginzburg-Landau equations in perforated domain	53
<b>Bekmaganbetov K. A., Chechkin G. A., Toleubai A. M.</b> Homogenization of attractors for Navier-Stokes system in perforated domain	54
<b>Bekmaganbetov K. A., Chechkin G. A.</b> Homogenization of trajectory attractors for reaction-diffusion systems in domains with obstacles	55
<b>Vokayev N., Matin D.</b> Compactness of the commutator for the bilinear Riesz potential in generalized morry spaces	56

<b>Castro A. J., Zhapsarbayeva L.</b> The persistence property for solutions of the k-generalized Korteweg-de Vries equation with $k=3$ in weighted Sobolev spaces	57
<b>Issenova A.</b> On the connection of degenerate second-order hypergeometric systems with admissible equations	58
<b>Jenaliyev M., Yergaliyev M., Orynbasar B.</b> On inverse problems for a 2-D system of Navier-Stokes	59
<b>Kalmenov T.</b> Criterion for minimality of the Laplace operator	60
<b>Koshanov B.</b> On Fredholm property and on the index of the generalized Neumann problem for an elliptic equation of high order on a plane	61
<b>Kosmakova M., Ramazanov M., Akhmanova D.</b> On a boundary value problem with the fractional load as a conformable fractional derivative	62
<b>Muratbekov M., Igissinov S.</b> Compactness, estimates for the eigenvalues and singular numbers ( $s$ -numbers) of a resolvent of a class of singular parabolic operators	64
<b>Muratbekov M.</b> On the completeness of the root vectors of a singular operator generated by the linear part of the Kortweg-de Vries operator	65
<b>Ospanov K., Suleimbekova A.</b> Coercive estimate for a second-order differential equation with unbounded leading coefficients	66
<b>Ospanov M. N.</b> Maximal regularity estimate for a solution of a third-order pseudoparabolic equation	67
<b>Otelbaev M., Koshanov B.</b> Uniform estimates for solutions of a class of nonlinear equations in a finite-dimensional space	68
<b>Ramazanov M. I., Omarov M. T.</b> On correct problems for the two-dimensional loaded parabolic equation	69
<b>Sartabanov Zh. A.</b> Mutual reducibility of linear multiperiodic systems	70
<b>Serovajsky S., Turar O., Imankulov T.</b> Mathematical modeling of the epidemic propagation with limited time spent in compartments and vaccination	71
<b>Suragan D.</b> New multidimensional Hardy inequality	73
<b>Tasmambetov Zh. N., Issenova A. A.</b> Normal-regular solutions of Laguerre-type system of $n$ equations	74
<b>Temirkhanova A., Kalybay A.</b> On alternative criteria for boundedness of one class of matrix operators	75
<b>Tokibetov Zh. A., Abduakhitova G.</b> The Riemann-Hilbert problem for a multidimensional system of first-order differential equations generalising the Cauchy-Riemann system	77
<b>Ubayeva Zh. K.</b> On solutions of an inhomogeneous degenerate hypergeometric system related to Humbert functions of many variables	78
<b>Zhangabergenova N. S.</b> Weighted estimates of a class of matrix operator with three parameters	80
<b>СЕКЦИЯ 5. Алгебра, Математикалық логика және геометрия</b>	
<b>СЕКЦИЯ 5. Алгебра, математическая логика и геометрия</b>	
<b>SESSION 5. Algebra, Mathematical logic and Geometry</b>	<b>82</b>
<b>Nurtazin A. T., Khisamiev Z. G.</b> Companions of fields of rational and real algebraic numbers	83
<b>СЕКЦИЯ 6. Ақтуарлық математика және статистика</b>	
<b>СЕКЦИЯ 6. Ақтуарная математика и статистика</b>	
<b>SESSION 6. Actuarial mathematics and statistics</b>	<b>84</b>
<b>Bekjan T. N.</b> Noncommutative symmetric space associated with a weight	85
<b>Jumabayeva J., Nursultanov E. D.</b> Interpolation of anisotropic local Morrey spaces	86
<b>Kalidolday A. H., Nursultanov E. D.</b> On the interpolation properties of discrete net space	87
<b>Kankenova A. M., Nursultanov E. D.</b> O'Neil's inequality in local Morry spaces	88
<b>Kopezhanova A. N., Nursultanov E. D.</b> Interpolation methods with parametric functions	89
<b>Raikhan M.</b> On concave function inequalities for matrices of $\tau$ -measurable operators	90

<b>СЕКЦИЯ 7. Теориялық және қолданбалы механика</b>	
<b>СЕКЦИЯ 7. Теоретическая и прикладная механика</b>	
<b>SESSION 7. Theoretical and applied mechanics</b>	<b>91</b>
<b>Minglibayev M. Zh., Kosherbayeva A. B.</b> Linear non-autonomous differential equations, determining secular perturbations of exoplanetary systems with variable masses	92
<b>Minglibayev M. Zh., Ibraimova A. T.</b> Two spherical bodies with non-isotropically varying masses in the presence of reactive forces	93
<b>Imanbay M. E., Alibayeva K. A.</b> Development of hydrogeological models in reactive transport	94
<b>Kaliyeva A. Kh., Turalina D. E.</b> Numerical study of the aerodynamics of high-rise buildings	95
<b>Turalina D.E., Aitkhozha Zh.S.</b> Experimental study of oil remediation in a polluted porous medium by displacement with a surfactant	96
<b>Айтхожа Ж.С., Туралина Д.Е.</b> Ластанған кеуекті ортадағы мұнайды беттік белсенді затпен ығыстыру арқылы ремедициялауды тәжірибелік зерттеу	97
<b>Бахиева К., Каимов С. Т.</b> Тасымалдау контейнерінен жұмыс контейнеріне микробұйымдарын қайта тиеу кезіндегі робот-манипулятордың инновациялық ұстағышының моделі	98
<b>СЕКЦИЯ 8. Ғарыштық технологиялар және робототехникалық жүйелер</b>	
<b>СЕКЦИЯ 8. Космические технологии и робототехнические системы</b>	
<b>SESSION 8. Space technologies and robotic systems</b>	<b>100</b>
<b>Adikanova S., Amangeldin A.</b> Development of a parking sensor design using an ultrasonic device for a car	101
<b>Kalybekova A. A., Sukhenko A. S.</b> Approach to mudflow hazard prediction as a result of changes in snow cover and active snowmelt in mountainous areas based on the application of remote sensing technology	102
<b>Tassova M. T., Ibrayev A. S.</b> Solving the problem of tightly coupled integration of inertial-satellite navigation systems completed with odometer	103
<b>СЕКЦИЯ 9. Білім берудегі жаңа ақпараттық технологиялар</b>	
<b>СЕКЦИЯ 9. Новые информационные технологии в образовании</b>	
<b>SESSION 9. New information technologies in education</b>	<b>104</b>
<b>Adikanova S., Bazarova M. Zh.</b> Ontological engineering for STEM education in school	105
<b>Akhankyzy A., Tukenova L.</b> Internet technologies for managing greenhouse complexes on the basis of energy conservation	106
<b>Bazarova M., Adikanova S.</b> Ontological engineering to determine reveal inter-subject relations between mathematics and computer studies	107
<b>Kulyntayeva A., Bazarova M.</b> Methodological bases of teaching 3D modeling in institutions of additional education	108
<b>Kumarbekuly S., Abdimanapov B. Sh., Dakieva K. Zh., Gaisin I. T.</b> Teaching geography in an interactive educational environment: opportunities and didactics	109
<b>Kumarbekuly S., Abdimanapov B. Sh., Kalelova G. Z.</b> Didactic possibilities and advantages of using the google earth program in geography lessons	110
<b>Mekebayev N.O., Toktarova M. Zh.</b> Transformation of the marketing concept as a result of the development of digital technologies	111
<b>Temirgazyieva Sh., Omarov B. S.</b> Development of a road sign recognition system	112
<b>Zholymbayev O. M., Shakerkhan K. O.</b> Ways of developing STEM education in Kazakhstan's school	113

## LINEAR NON-AUTONOMOUS DIFFERENTIAL EQUATIONS, DETERMINING SECULAR PERTURBATIONS OF EXOPLANETARY SYSTEMS WITH VARIABLE MASSES

M.Zh. Minglibayev<sup>1</sup>, A.B. Kosherbayeva<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> al-Farabi Kazakh National University, 71 al-Farabi Ave., Almaty, Kazakhstan,

\* [kosherbaevaayken@gmail.com](mailto:kosherbaevaayken@gmail.com)

**Keywords:** dynamical evolution, canonical perturbation theory, variable masses, Poincaré variables, secular perturbations, evolutionary equation.

The study of dynamical evolution of exoplanetary systems is actual topic in astrodynamics and in celestial mechanics. For today, more than 3,700 confirmed exoplanetary systems are known [1], and this list is growing rapidly. Researching of dynamics of exoplanets in the non-stationary stage of its formation gives us the opportunity to determine further evolutionary tracks. The influence of the variability of the masses of celestial bodies is explored on the dynamic evolution of planetary systems, considering that the masses of bodies change isotropically with different velocities.

The problem of many bodies is considered in a relative coordinate system, with assuming that the most massive body - the parent star is located at the origin of this coordinate system. All  $n$  bodies in the system will interact with each other according to Newton's law. Orbits of  $n$  planets around the parent star are quasi-elliptical and we believe that they do not intersect. Bodies are considered spherically symmetrical with isotropically varying masses. We consider the laws of the masses to be known and arbitrary functions of time. Differential equations of motion of  $n$  bodies in the relative coordinate system are given in the works [2-3]. The methods of canonical perturbation theory are used here, which developed on the basis of aperiodic motion over a quasi-canonical section [4] in analogues of the second Poincaré system of variables. The obtained canonical equations of perturbed motion [5] are most convenient for describing the dynamic evolution of planetary systems in the case when analogues of eccentricities and analogues of inclinations of the orbital plane are small enough. The non-resonant case is researched. The Wolfram Mathematica package is used in the expansion of perturbing functions into series. Since we are interested in the evolution of orbital parameters over long periods of time, short-period perturbations associated with the orbital motion of bodies should be eliminated by averaging the perturbation functions by mean longitudes. As a result, we get the secular parts of perturbing functions. Secular perturbations of eccentric and oblique elements are defined as solutions of a system of  $4n$  linear differential equations.

As an example, we consider the two-planet exosystem *HD 106315* (spectral type *F5 V*) [6] in the non-stationary stage of its evolution. To find secular perturbations, it will be necessary to solve a system of 8 linear non-autonomous differential equations. The obtained equations of secular perturbations are studied by the numerical method.

### References

1. Exoplanet Exploration. <https://exoplanets.nasa.gov/> (Last update: July 26, 2022).
2. Minglibayev M.Zh., Kosherbayeva A.B. "Differential equations of planetary systems." *Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, Volume 2, Issue 330 (2020): 14 – 20. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1483.26>
3. Minglibayev M.Zh., Kosherbayeva A.B. "Equations of planetary systems motion." *News of The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physico-Mathematical Series*, Volume 6, Issue 334 (2020): 53 – 60. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1726.97> .
4. Minglibayev M.Zh. *Dynamics of gravitating bodies with variable masses and sizes*. Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2012. –P. 224. ISBN:978-3-659-29945-2
5. Prokopenya A. N., Minglibayev M. Zh., Kosherbayeva A. B. "Derivation of Evolutionary Equations in the Many-Body Problem with Isotropically Varying Masses Using Computer Algebra." *Programming and Computer Softwar*, Volume 48, Issue 2, (2022): 107–115. DOI:10.1134/S0361768822020098